

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-219358

(43)Date of publication of application : 19.08.1997

(51)Int.Cl.

H01L 21/027

G02B 19/00

G02B 27/00

G03F 7/20

(21)Application number : 08-046644

(71)Applicant : CANON INC

(22)Date of filing : 07.02.1996

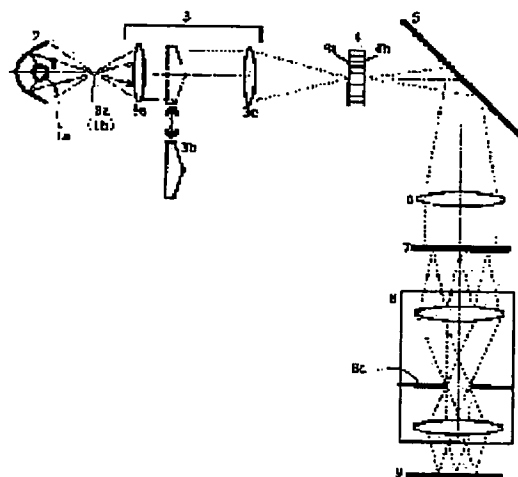
(72)Inventor : SUMIYOSHI YUHEI

(54) ALIGNER, AND DEVICE MANUFACTURING METHOD USING THE SAME

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To expose in a projective way a pattern on an original plate to a substrate with a high resolution and a predetermined focal depth, by utilizing an inclined incident illumination method.

SOLUTION: Guiding a beam from a light source means 1 to an optical integrator 4 via an optical system 3, a pattern on the surface of an original plate 7 is illuminated by the beam from the outgoing surface of the optical integrator 4 to expose in a projective way the pattern to a substrate 9 through a projective optical system 8. Hereupon, in the optical system 3, an optical element 3b is provided in the position having a pupil relation to the incident surface of the optical integrator 4 to obtain by this optical element 3b an optical intensity distribution with a predetermined value in the central region of the pupil surface of the projective optical system 8 and obtain a plurality of optical intensity distributions with predetermined values in the equally spaced circumferential positions of the periphery of the central region.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

06.06.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

3576685

[Date of registration]

16.07.2004

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

*** NOTICES ***

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] The light guide of the flux of light from a light source means is carried out to an optical integrator through optical system. The pattern on the Hara plate surface is illuminated by the flux of light from the outgoing radiation side of this optical integrator. In case projection exposure of this pattern is carried out on a substrate according to projection optics, this optical system has an optical element in the location which has a pupil relation to the plane of incidence of this optical integrator. By this optical element on the pupil surface of this projection optics The aligner which it has the optical intensity distribution of a value predetermined in the central field, is the surrounding hoop direction of this central field, and is characterized by trying to have the optical intensity distribution of two or more predetermined values in a location at equal intervals.

[Claim 2] Said optical element is the aligner of claim 1 characterized by consisting each **** and the vertical angle of 4 pyramid-like prism, 8 pyramid-like prism, or 4 pyramid-like prism of the prism of **** dropping *****.

[Claim 3] Said optical system is the aligner of claim 1 characterized by having the optical means which can change a focal distance.

[Claim 4] Said optical element is the aligner of claim 1 characterized by the ability to detach and attach more freely than the inside of an optical path.

[Claim 5] The light guide of the flux of light from a light source means is carried out to an optical integrator through optical system. The pattern on the Hara plate surface is illuminated by the flux of light from the outgoing radiation side of this optical integrator. In case projection exposure of this pattern is carried out on a substrate according to projection optics, it has the permeability control means from which permeability differs partially near the outgoing radiation side of this optical integrator. By this permeability control means on the pupil surface of this projection optics The aligner which it has the optical intensity distribution of a value predetermined in the central field, is the surrounding hoop direction of this central field, and is characterized by trying to have the optical intensity distribution of two or more predetermined values in a location at equal intervals.

[Claim 6] Said permeability control means is the aligner of claim 5 which is the surrounding hoop direction of a central field and is characterized by the permeability of two or more fields having changed to a location at equal intervals from a large ND filter compared with the permeability of this central field.

[Claim 7] Said permeability control means is the aligner of claim 1 characterized by the ability to detach and attach more freely than the inside of an optical path.

[Claim 8] The light guide of the flux of light from a light source means is carried out to an optical integrator through optical system. The pattern on the Hara plate surface is illuminated by the flux of light from the outgoing radiation side of this optical integrator. In case projection exposure of this pattern is carried out on a substrate according to projection optics, it has opening or/and the adjustment means which can control permeability for each [which constitutes this optical integrator near the plane of incidence of this optical integrator, or/and the outgoing radiation side] microlens of every. The aligner which it has the optical intensity distribution of a value predetermined in the central field on the pupil surface of this projection optics with this adjustment means, is the surrounding hoop direction of this central field, and is characterized by trying to have the optical intensity distribution of two or more predetermined values in a location at equal intervals.

[Claim 9] Said adjustment means is the aligner of claim 8 characterized by the ability to detach and attach more freely than the inside of an optical path.

[Claim 10] The light guide of the flux of light from a light source means is carried out to an optical integrator through optical system. The pattern on the Hara plate surface is illuminated by the flux of light from the outgoing radiation side of this optical integrator. In case projection exposure of this pattern is carried out on a substrate according to projection optics, ahead [of the plane of incidence of this optical integrator], it has the drawing means of a specific opening configuration. With this diaphragm means on the pupil surface of this projection optics The aligner which it has the optical intensity distribution of a value predetermined in the central field, is the surrounding hoop direction of this central field, and is characterized by trying to have the optical intensity distribution of two or more predetermined values in a location at equal intervals.

[Claim 11] Said drawing means is the aligner of claim 10 characterized by being movable in the direction of an optical axis.

[Claim 12] Said drawing means is claim 10 or the aligner of 11 characterized by the ability to detach and attach more freely than the inside of an optical path.

[Claim 13] Said optical system is claims 5, 6, and 8 or the aligner of 10 characterized by having the optical means which can change a focal distance.

[Claim 14] Said optical system is the aligner of 13 given in any 1 term from claim 1 characterized by trying for the luminescence side of said light source means and the plane of incidence of said optical integrator to serve as abbreviation conjugation relation.

[Claim 15] Said optical means is claims 1 and 2 or the aligner of 13 with which a focal distance is characterized by other to be [from which an adjustable zoom lens or an adjustable focal distance differs] lens systems, and being exchangeable.

[Claim 16] Said light source means is the aligner of 15 given in any 1 term from claim 1 characterized by using the extra-high pressure mercury lamp.

[Claim 17] The manufacture approach of the device characterized by manufacturing the device using the aligner of 16 given in any 1 term from claim 1.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] In case this invention carries out the projection imprint of the circuit pattern on negatives (henceforth a "reticle"), such as a photo mask illuminated with the exposure light from a light source means, and a reticle, on the wafer side which applied the sensitization agent in the so-called stepper who is the manufacturing installation of various kinds of devices, such as IC, LSI, CCD, a liquid crystal panel, and the magnetic head, concerning the manufacture approach of a device of having used an aligner and it and manufactures a device, it is suitable.

[0002]

[Description of the Prior Art] In the manufacturing technology of the latest semiconductor device, the attempt which changes exposure wavelength into i line from g line, and raises resolution by the exposing method using an ultrahigh pressure mercury lamp is performed [that it is various and]. Moreover, the method of aiming at improvement in resolution is proposed [that it is various and] by using the pulsed light of the still shorter wavelength represented by excimer laser.

[0003] There are a raise in NA and short wavelength-ization as a means which makes resolution small as an aligner (approach). Although it is inversely proportional to NA with high NA-ization and resolution becomes small, the direction of the depth of focus is inversely proportional to the square of NA, and becomes still smaller at coincidence. Since the thing with the large depth of focus is desirable, there is a limitation in high NA-ization naturally.

[0004] On the other hand, these people have proposed the projection aligner using the exposure approach and it which heightened resolution more by JP,4-267515,A or JP,5-47628,A by changing the optical intensity distribution (effective light source distribution) of the zero-order light formed on the pupil surface of changing many things, i.e., projection optics, in the lighting to a reticle side top.

[0005] The lighting proposed by these is called the so-called oblique incidence lighting, and zona-orbicularis lighting and 4-fold pole lighting are well known also especially in it. Zona-orbicularis illumination (Annular) It has the effective light source configuration of the shape of an anchor ring 111 as shown in drawing 11 $R > 1$ on the pupil surface of projection optics. By cutting the light near the core of the effective light source which does not contribute to image formation to thin line breadth using a diaphragm etc., this is the technique which is going to raise resolution. Moreover, 4-fold pole lighting has the effective light sources 121-124 of four predetermined reinforcement on the pupil surface of projection optics in the location of the circumferential direction which has a predetermined radius centering on an optical axis Sa as shown in drawing 12. By cutting the light of the cruciform field 125 in addition to the light near an effective light source core, the resolution and the depth of focus of a pattern of the direction in every direction are raised by leaps and bounds. Generally, in almost all cases, the circuit pattern of IC or LSI consists of graphic forms which have the side in the direction in every direction, and since there are few patterns which have the side in the direction of slant, such illumination especially is effective.

[0006]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] Although deformation illumination (oblique incidence lighting) has the description that resolution can be heightened or the depth of focus can also be lengthened comparatively, on the other hand, there are the following troubles.

- The approaching pattern tends to adhere.

- The isolated pattern tends to become thin.
- An illuminance usually falls rather than lighting.
- The roughness-and-fineness nature and the directivity of a pattern have a limit. Especially 4-fold pole lighting has the low resolution of a slanting pattern.

[0007] In order to solve these troubles, these people have proposed the illumination which forms the effective light source similar to gently-sloping 4-fold pole by adding the light of near an effective light source core and a cruciform field to effective light source distribution of 4-fold pole lighting to some extent by JP,5-47639,A.

[0008] Drawing 13 is the ** type Fig. of the configuration of the effective light source at this time. moreover, this illumination (it is called "Illumination A" below) is shown in drawing 14 , without generating most faults which deformation lighting has -- as -- usually -- lighting -- the depth of focus -- improving -- zona-orbicularis lighting and abbreviation -- the equivalent depth of focus has been obtained. In addition, in this illumination A, as for the illuminance near an effective light source core, the good result is obtained for the location (distance from an effective light source core to a peak) of about 35 - 65%, and a peak about $\sigma 0.5-0.6$ to the peak about 10 to 40% to the optical reinforcement of a peak, as for the illuminance between peaks (illuminance between peaks).

[0009] Using excimer laser as the light source, the illumination A of the point by these people once divided the beam of light into two or more beams of light, and uses the incoherent-ized optical system of piling up again.

[0010] This invention improves the illumination A of the point by these people further, illuminates appropriately the pattern on a reticle side (on 1 negative), aiming at the simplification of the whole illumination-light study system, and a deployment of an illumination-light bundle, when a light source means to emit a light especially incoherent in an extra-high pressure mercury lamp etc. is use, and aims at offer of the manufacture approach of the device using the aligner and it by which high resolving power was acquired easily.

[0011]

[Means for Solving the Problem] The aligner of this invention carries out the light guide of the flux of light from a light source (1-1) means to an optical integrator through optical system. The pattern on the Hara plate surface is illuminated by the flux of light from the outgoing radiation side of this optical integrator. In case projection exposure of this pattern is carried out on a substrate according to projection optics, this optical system has an optical element in the location which has a pupil relation to the plane of incidence of this optical integrator. By this optical element on the pupil surface of this projection optics It has the optical intensity distribution of a value predetermined in the central field, and it is the surrounding hoop direction of this central field, and is characterized by trying to have the optical intensity distribution of two or more predetermined values in a location at equal intervals.

[0012] It is characterized by the ability to detach and attach [that said (1-1-1) especially optical element consists each **** and the vertical angle of 4 pyramid-like prism, 8 pyramid-like prism, or 4 pyramid-like prism of the prism of **** dropping *****, that said (1-1-2) optical system has the optical means which can change a focal distance, and] said (1-1-3) optical element more freely than the inside of an optical path.

[0013] (1-2) Carry out the light guide of the flux of light from a light source means to an optical integrator through optical system. The pattern on the Hara plate surface is illuminated by the flux of light from the outgoing radiation side of this optical integrator. In case projection exposure of this pattern is carried out on a substrate according to projection optics, it has the permeability control means from which permeability differs partially near the outgoing radiation side of this optical integrator. By this permeability control means on the pupil surface of this projection optics It has the optical intensity distribution of a value predetermined in the central field, and it is the surrounding hoop direction of this central field, and is characterized by trying to have the optical intensity distribution of two or more predetermined values in a location at equal intervals.

[0014] Said (1-2-1) especially permeability control means is the surrounding hoop direction of a central field, and it is characterized by the ability to detach and attach [that the permeability of two or more fields has changed to a location at equal intervals from a large ND filter compared with the permeability of this central field, and] said (1-2-2) permeability control means more freely than the inside of an optical path.

[0015] (1-3) Carry out the light guide of the flux of light from a light source means to an optical integrator through optical system. The pattern on the Hara plate surface is illuminated by the flux of light from the outgoing radiation side of this optical integrator. In case projection exposure of this pattern is carried out on a substrate according to projection optics, control of opening or/and permeability is possible for each [which

constitutes this optical integrator near the plane of incidence of this optical integrator, or/and the outgoing radiation side] microlens of every. And it has the adjustment means it can insert [means] from the inside of an optical path, and has the optical intensity distribution of a value predetermined in the central field on the pupil surface of this projection optics with this adjustment means, and it is the surrounding hoop direction of this central field, and is characterized by trying to have the optical intensity distribution of two or more predetermined values in a location at equal intervals.

[0016] Said especially (1-3-1) adjustment means is characterized by the ability to detach and attach more freely than the inside of an optical path.

[0017] (1-4) Carry out the light guide of the flux of light from a light source means to an optical integrator through optical system. The pattern on the Hara plate surface is illuminated by the flux of light from the outgoing radiation side of this optical integrator. In case projection exposure of this pattern is carried out on a substrate according to projection optics, ahead [of the plane of incidence of this optical integrator], it has the drawing means of a specific opening configuration. With this diaphragm means on the pupil surface of this projection optics It has the optical intensity distribution of a value predetermined in the central field, and it is the surrounding hoop direction of this central field, and is characterized by trying to have the optical intensity distribution of two or more predetermined values in a location at equal intervals.

[0018] It is characterized by the ability to detach and attach [that said (1-4-1) especially drawing means is movable in the direction of an optical axis, and] said (1-4-2) drawing means more freely than the inside of an optical path.

[0019] Moreover, it sets to requirements for configuration (1-1) - (1-4). (1-4-1) said optical system has the optical means which can change a focal distance (1-4-2) -- said optical system so that the luminescence side of said light source means and the plane of incidence of said optical integrator may serve as abbreviation conjugation relation carrying out (1-4-3) -- other lens systems from which a zoom lens or a focal distance adjustable [optical means / said] in a focal distance differs, and exchangeable (1-4-4) -- said light source means is characterized by using the extra-high pressure mercury lamp etc.

[0020] The manufacture approach of the device of this invention is characterized by manufacturing using the aligner of the requirements for a configuration (2-1) (1-1) - (1-4) any 1 term.

[0021]

[Embodiment of the Invention] Drawing 1 is the outline block diagram showing the operation gestalt 1 of the aligner of this invention, and is the example applied to the projection mold aligner of the contraction mold called the so-called stepper.

[0022] The light-emitting part 1a is arranged near the 1st focus of the ellipse mirror 2 by the light source (light source means) of the ultrahigh pressure mercury lamp of high brightness with which one in drawing emits ultraviolet rays, far ultraviolet rays, etc. It is condensed by the ellipse mirror 2 and the light emitted from the light source 1 forms image (light-emitting part image) 1b of light-emitting part 1a in 2-near 2nd focus a of the ellipse mirror 2.

[0023] 3 is optical system, and it has two lens systems, lens system (1st condenser lens) 3a and lens system (2nd condenser lens) 3C, and they are carrying out image formation to plane-of-incidence 4a of the optical integrator 4 through optical element 3b which mentions later light-emitting part image 1b formed in 2-near 2nd focus a. Optical element 3b consists of 4 pyramid prism it can insert [prism] from the inside of an optical path, and is deflecting incoming beams in the predetermined direction.

[0024] It consists of the zoom lens (optical means) adjustable in a focal distance with as exchangeable or lens system 3c as the lens system from which the focal distance of that it can insert from the inside of an optical path and others differs. Optical system 3 is a injection side and serves as a tele cent rucksack. Optical element 3b is located near the pupil surface of optical system 3.

[0025] Two or more microlenses are arranged two-dimensional, and the optical integrator 4 constitutes them, and forms the secondary light source near [the] the injection side 4b. 5 is a mirror for optical-path bending.

[0026] 6 is a lens system and is illuminating the reticle (negative) 7 which is the irradiated plane which condensed through the mirror 5 and laid the flux of light from injection side 4b of the optical integrator 4 in the reticle stage.

[0027] 8 is projection optics and is carrying out contraction projection on the 9th page (substrate) of the wafer which laid the pattern drawn on the reticle 7 in the wafer chuck. With this operation gestalt, the secondary light

source near the injection side 4b of the optical integrator 4 is formed near the pupil 8a of projection optics 8 of the lens system 6.

[0028] Moreover, injection side 4b of the optical integrator 4 and the reticle side 7 serve as relation between an image and a pupil mutually. The optical intensity distribution on the optical integrator 4 support the intensity-distribution property by the include angle of the flux of light on the 7th page of a reticle.

[0029] So, with this operation gestalt, while changing the prism of optical element 3b into an optical path alternatively according to directivity, a resolving line width, etc. of a pattern of a reticle 7, the focal distance of lens system 3c is changed if needed. The optical intensity distribution of secondary light source images formed in pupil surface 8a of projection optics 8 by this are changed, various oblique incidence lighting is created, and **** is performing [high resolution] projection exposure.

[0030] Next, while changing the optical intensity distribution of plane-of-incidence 4a of the optical integrator 4 by using optical element 3b and lens system 3c in this operation gestalt, the modification approach of the optical intensity distribution of secondary light source images formed in pupil surface 8a of projection optics 8 is explained.

[0031] In this operation gestalt, it had the effective light source of predetermined reinforcement near the optical-axis core on pupil surface 8a of projection optics 8, and centering on the optical axis, as it is the circumferential direction of a predetermined radius and had the effective light source (4-fold pole lighting) of the predetermined reinforcement of plurality (four) in two or more locations at equal intervals, the 7th page top of a reticle was illuminated, and this has attained Illumination A.

[0032] In order to obtain Illumination A in this operation gestalt, optical element 3b which changes from 4 pyramid prism to the location which becomes the relation of a pupil to the optical integrator 4 between the light source 1 and the optical integrator 4 was inserted, and while controlling the include angle of a beam of light by it, the approach of changing the focal distance of lens system 3c, and adjusting the illumination distribution on plane-of-incidence 4a (injection side 3b) of the optical integrator 4 is taken.

[0033] In this operation gestalt, drawing 2 constitutes optical element 3b prepared between lens system 3a and the optical integrator 4, and lens system 3c from a zoom lens or an exchangeable lens system, and is the explanatory view of the optical intensity distribution (illumination distribution) formed in plane-of-incidence 4a (injection side 4b) of the optical path when changing many things, and the optical integrator 4 in the focal distance.

[0034] With this operation gestalt, the optical intensity distribution of injection side 4b of the optical integrator 4 are changed, and the optical intensity distribution on pupil surface 8a of the projection optics 8 which has it and a conjugation relation are changed. Lens system 3c is making secondary light source images formed in injection side 4b of the optical integrator 4 of zooming expand and reduce.

[0035] Drawing 2 (A) shows the condition of the usual lighting which is not inserting optical element (prism) 3b. Since plane-of-incidence 4a of the light source 1 and the optical integrator 4 has an abbreviation conjugation relation, image formation of the luminance distribution of the light source 1 is carried out as an image on the optical integrator 4, and it is illumination distribution as it is. Since the luminance distribution of the light source 1 is usually expressed with Gaussian distribution, on the optical integrator 4, the optical intensity distribution of the Gaussian distribution configuration which has a peak in a core are acquired.

[0036] It is shown that drawing 2 (B) can expand or reduce the image of the light source which carried out image formation on the optical integrator 4 by adjusting the focal distance of lens system 3c.

[0037] Drawing 2 (C) shows the condition of having inserted the prism three b1 of 4 pyramid configuration in the location which will be in the condition of drawing 2 (A) on a pupil to the optical integrator 4. In this condition, a beam of light is bent in respect of [of four-sided pyramids] each, and four peaks of optical reinforcement appear on the optical integrator 4. Also in this case, each peak is carrying out the Gaussian distribution configuration like drawing 2 (A).

[0038] That is, since Susono of each Gaussian distribution has lapped, near an effective light source core and in the field between peaks, optical reinforcement is not 0. In such an effective light source configuration, the illumination system A is constituted by adjusting the location (distance from the core of a peak) of a peak and a main illuminance, and the illuminance between peaks to a suitable value.

[0039] In this operation gestalt, in order to adjust a main illuminance and the illuminance between peaks, the include angle of prism is changed. Drawing 2 (D) shows the condition of having installed the prism three b2

with a more small (the height from a base to top-most vertices being low) include angle. If the prism with which include angles differ is installed, the include angle at which a beam of light bends will change, and the distance of each optical on-the-strength peaks will change (however, the configuration of each peak is abbreviation regularity). If it does so, the lap condition of Susono of each peak will change, namely, the illuminance between an effective light source core and a peak will also change. For example, since the distance of the peaks of intensity distribution has a near direction in the case of drawing 2 R> 2 (D) when drawing 2 (C) is compared with drawing 2 (D), the main illuminance and the illuminance between peaks are high.

[0040] With this operation gestalt, the value of the illuminance between a suitable core and a peak has been acquired by arranging the prism of an include angle suitable as an optical element using such a property.

[0041] Next, in order to adjust the location of a peak, the zoom device of lens system 3c is used. The distance from the core of the peak of Gaussian distribution is changed without changing most of a main illuminance and the illuminance between peaks by adjusting lens system 3c, as shown in drawing 2 (E).

[0042] Drawing 2 (F) shows the condition of having used the prism three b3 of the configuration which was similar to **** dropping ***** or it in each **** and the vertical angle of 8 pyramid configuration or 4 pyramid configuration as an optical element.

[0043] As a configuration of prism, a thing as shown, for example in drawing 3 is mentioned. Even if it uses the prism of such a configuration, an illumination system A can be constituted.

[0044] In this case, like the prism of the above-mentioned 4 pyramid configuration, a main illuminance and the illuminance between peaks are not adjusted in the lap condition of Susono of the crest of optical reinforcement, but the independent peak other than the four above-mentioned peaks is made in the location between an effective light source core and a peak, and it becomes the method which adjusts each illuminance by that reinforcement. The beam of light bent in respect of [of an abbreviation 8 pyramid configuration] each is making each peak. That is, each field of an abbreviation 8-sided pyramid supports the peak of each optical reinforcement on the optical integrator 4. And the reinforcement of each peak is decided by the amount of the light which passed through the field. In this case, the optical axis of a part and the vertical illumination distribution which insert the surface ratio and the prism of each side of prism determine an effective light source configuration.

[0045] With this operation gestalt, the main illuminance and the illuminance between peaks are stored within the limits of the suitable value by choosing the prism of a suitable configuration and making into a suitable value the quantity of light which passes through the field.

[0046] The illumination system A which has desired illumination distribution on the pupil surface of projection optics consists of these operation gestalten by changing the focal distance of lens system 3c as mentioned above, using multiple drill prism, such as prism of 4 pyramid configuration, and 8 pyramid mold prism, as an optical element. In addition, since it can insert [prism / as an optical element in this operation gestalt] from an optical path, it can switch easily [other illumination for example, usual lighting, zona-orbicularis lighting, etc.].

[0047] Moreover, you may make it have a means to move a light source location in the direction of an optical axis, as the approach of fine tuning [sake / even if it used prism, when a desired main illuminance and the illuminance between peaks are not obtained]. Since luminance distribution can be changed and the configurations (for example, half-value width etc.) of Gaussian distribution can be changed by moving the light source in the direction of an optical axis, a main illuminance and the illuminance between peaks may be adjusted by it.

[0048] Next, the operation gestalt 2 of this invention is explained. The points which constitute the illumination system A from this operation gestalt using the permeability control means from which permeability differs partially instead of prism compared with the operation gestalt 1 as an optical element differ, and other configurations are the same.

[0049] The ND filter which had the permeability distribution it can insert [distribution] from an optical path, and from which permeability differs partially immediately after injection side 4b of the optical integrator 4 of drawing 1 is arranged, and this constitutes the illumination system A from this operation gestalt. Usually, although the illumination distribution on the optical integrator 4 is a Gaussian distribution configuration or a uniform configuration, it carries out permeability control to the Gaussian distribution configuration, and is making the illumination distribution of an illumination system A. A thing like drawing 4 (B) is used for the

permeability distribution configuration of ND filter 41 at this time.

[0050] The numeric value of drawing 4 (B) expresses permeability (%). Drawing 4 (A) shows the illumination distribution of the shape of Gaussian distribution on the optical integrator 4. By using together ND filter 41 which had permeability distribution like drawing 4 (B) in such illumination distribution, the effective light source of illumination distribution like drawing 4 (C) is formed on pupil 8a of projection optics 8.

[0051] The transparency field of ND filter 41 in this operation gestalt is mainly divided into nine fields, and although a configuration which has the permeability of a proper for every field is carried out, permeability may change continuously. Moreover, even when the original configuration of the effective light source is not Gaussian distribution, it can respond by making permeability distribution of ND filter 41 into another configuration. Since it can insert [filter / this] from an optical path, the switch with zona-orbicularis lighting, other illumination, for example, usual lighting, etc. can be performed easily. Moreover, the part which inserts this filter may be just before the plane of incidence of the optical integrator 4.

[0052] Next, the operation gestalt 3 of this invention is explained. The points which constitute the illumination system A using an adjustment means to adjust the diameter of opening and transparency reinforcement to every piece [at least] of each microlens which constitutes an optical integrator from this operation gestalt instead of the prism as an optical element compared with the operation gestalt 1 of drawing 1 differ, and other configurations are the same.

[0053] The optical integrator 4 usually has composition which arranged two or more microlenses 51 two-dimensional, and combined them, as shown in drawing 5 . An adjustment means adjusts separately the amount of the light injected from each microlens 51 which constitutes the optical integrator 4 from this operation gestalt, and illumination distribution of the optical integrator 4 whole is made into the configuration of an illumination system A as a result.

[0054] With this operation gestalt, the filter 61 it can insert [filter] from an optical path like drawing 6 is arranged immediately after injection side 4b of the optical integrator 4 of drawing 1 . The opening area in the location which should have four peaks in an illumination system A of the filter 61 of drawing 6 $R > 6$ is large, and the opening area near an effective light source core and in the location between peaks is small. Naturally the quantity of light from a large opening area is large, and the quantity of light from a small opening area is small. The illumination distribution of an illumination system A has been acquired by equipping with this filter 61 on the optical integrator 61.

[0055] Also in this case, no matter the original effective light source configuration may be what configuration, the effective light source of an illumination system A can be acquired by adjusting the magnitude of each opening area. Not only a rectangle but what kind of configuration is sufficient also as the configuration of opening. Since it can insert [filter / this] also in [optical path] this case, the switch with zona-orbicularis lighting, other illumination, for example, usual lighting, etc. can be performed easily. Moreover, ***** [the part which inserts this filter / just before the plane of incidence of an optical integrator].

[0056] Drawing 7 is some important section schematic diagrams of the optical system of the operation gestalt 4 of this invention. This operation gestalt arranges in four corners as shown in drawing 8 ahead of the optical integrator 4 instead of the prism as an optical element the aperture diaphragm 71 which has opening compared with the operation gestalt 1 of drawing 1 , the points which constitute the illumination system A differ, and other configurations are the same.

[0057] With this operation gestalt, the aperture diaphragm 71 with a specific opening configuration is arranged in the front of the optical integrator 4, and the place which kept its distance to some extent. What has the protection-from-light field of a cross-joint form as shown in drawing 8 as a configuration of an aperture diaphragm 71 is used.

[0058] With this operation gestalt, for a while, its distance is kept and an aperture diaphragm 71 is arranged, just before being plane-of-incidence 4a of the optical integrator 4. Although the part 72 of a cross-joint form will be completely shaded if it places immediately before, the amount of core is also no longer the illuminance [the amount of] 0 by the light around which it will turn if distance is set and installed for a while. And as it has a means to move this aperture diaphragm 71 in the direction of an optical axis, an aperture diaphragm is moved in the direction of an optical axis, and he is trying to adjust a main illuminance and the illuminance between peaks.

[0059] If it considers as a suitable part to arrange this aperture diaphragm 71, it is near the 2nd focal plane 2a of

the ellipse mirror 2. Since 2nd focal plane 2a of an ellipse mirror and plane-of-incidence 4a of the optical integrator 4 have an abbreviation conjugation relation, image formation of the image of an aperture diaphragm 71 put on 2nd focal plane 2a of the ellipse mirror 2 is carried out on the optical integrator 4. Since the image on the optical integrator 4 fades when moving an aperture diaphragm 71 in the direction of an optical axis similarly at this time, this is adjusting the main illuminance and the illuminance between peaks.

[0060] In this invention, the approach of each above operation gestalt is used independently, and also it may combine mutually, and you may overlap and use. Moreover, with these operation gestalten 1-4, it is applicable also like the aligner which used g line and the KrF line other than the aligner which used i line.

[0061] Next, the operation gestalt of the manufacture approach of a semiconductor device of having used the projection aligner which gave [above-mentioned] explanation is explained.

[0062] Drawing 9 shows the flow of manufacture of semiconductor devices (semiconductor chips, such as IC and LSI, or a liquid crystal panel, CCD, etc.).

[0063] The circuit design of a semiconductor device is performed at step 1 (circuit design). The mask in which the designed circuit pattern was formed is manufactured at step 2 (mask manufacture).

[0064] On the other hand, at step 3 (wafer manufacture), a wafer is manufactured using ingredients, such as silicon. Step 4 (wafer process) is called a last process, and forms an actual circuit on a wafer with a lithography technique using said mask and wafer which were prepared.

[0065] The following step 5 (assembly) is called a back process, is a process semiconductor-chip-ized using the wafer produced by step 4, and includes processes, such as an assembly process (dicing, bonding) and a packaging process (chip enclosure).

[0066] At step 6 (inspection), the check test of the semiconductor device produced at step 5 of operation, an endurance test, etc. are inspected. A semiconductor device is completed through such a process and this is shipped (step 7).

[0067] Drawing 10 shows the detailed flow of the above-mentioned wafer process. The front face of a wafer is oxidized at step 11 (oxidation). An insulator layer is formed in a wafer front face at step 12 (CVD).

[0068] At step 13 (electrode formation), an electrode is formed by vacuum evaporation on a wafer. Ion is driven into a wafer at step 14 (ion implantation). A sensitization agent is applied to a wafer at step 15 (resist processing). At step 16 (exposure), printing exposure of the circuit pattern of a mask is carried out with said explained aligner at a wafer.

[0069] The exposed wafer is developed at step 17 (development). Parts other than the developed resist are shaved off at step 18 (etching). The resist which etching ended and became unnecessary is removed at step 19 (resist exfoliation). A circuit pattern is formed on a wafer by carrying out by repeating these steps multiplex.

[0070] If the manufacture approach of this operation gestalt is used, the semiconductor device of a high degree of integration for which manufacture was difficult can be manufactured easily conventionally.

[0071]

[Effect of the Invention] Aiming at the simplification of the whole illumination-light study system, and a deployment of an illumination-light bundle, when a light source means to emit incoherent light, such as an extra-high pressure mercury lamp, by setting up each element as mentioned above is used according to this invention, the pattern on a reticle side (on 1 negative) can be illuminated appropriately, and the manufacture approach of the device using the aligner and it by which high resolving power was acquired easily can be attained.

[0072] High resolution and the depth of focus can be raised without generating most troubles by oblique incidence lighting especially.

[Translation done.]

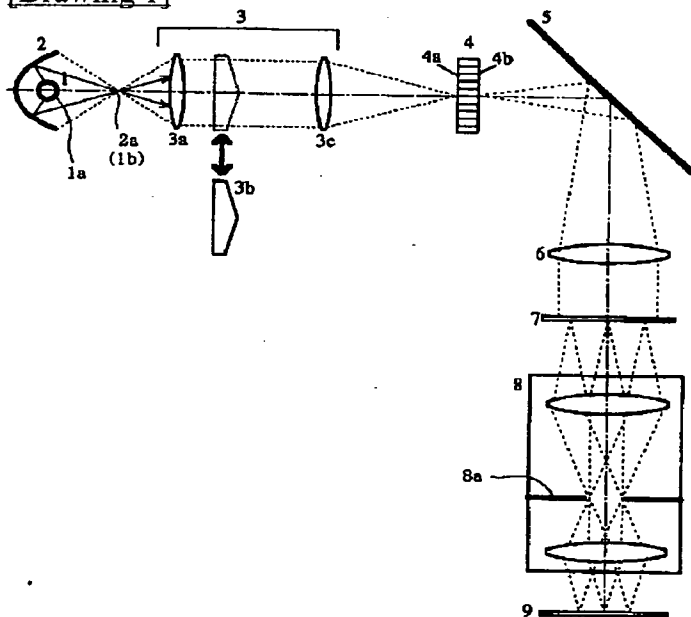
* NOTICES *

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

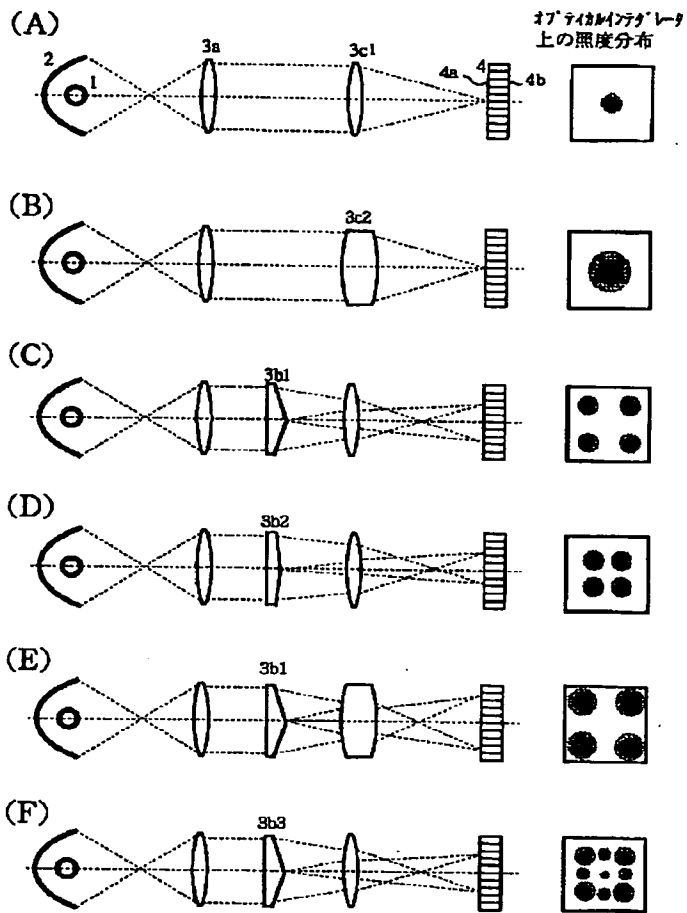
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

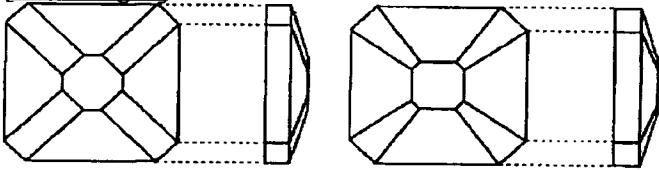
[Drawing 1]



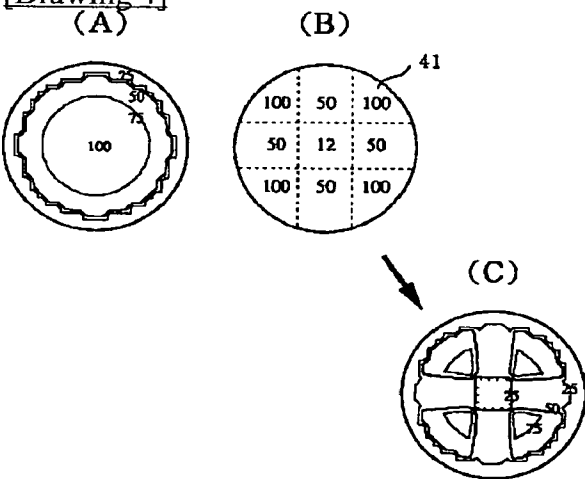
[Drawing 2]



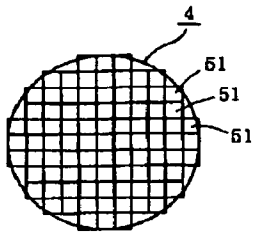
[Drawing 3]



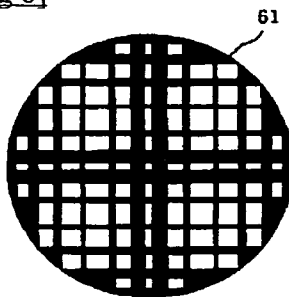
[Drawing 4]



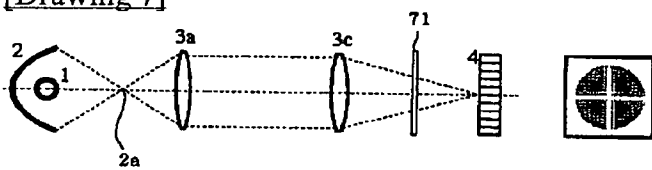
[Drawing 5]



[Drawing 6]



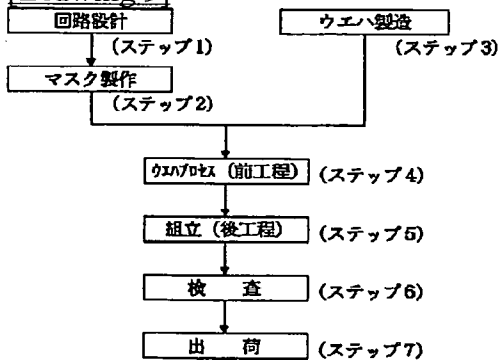
[Drawing 7]



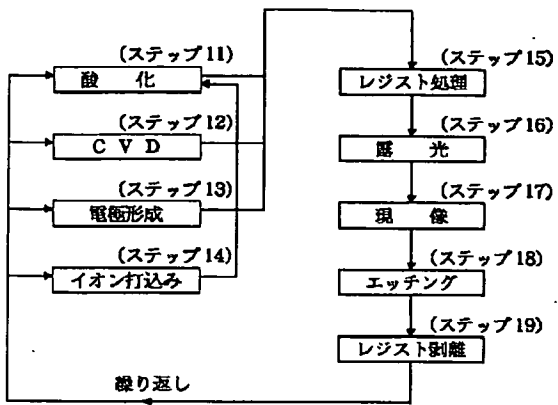
[Drawing 8]



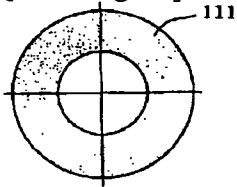
[Drawing 9]



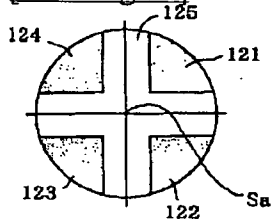
[Drawing 10]



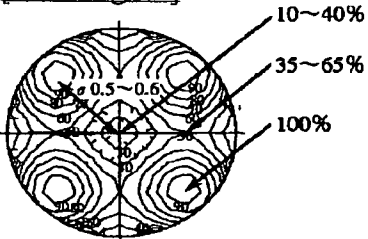
[Drawing 11]



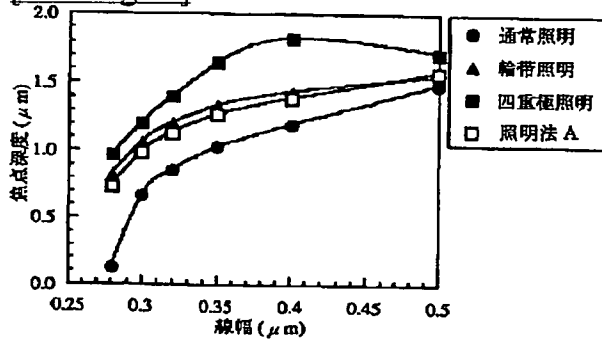
[Drawing 12]



[Drawing 13]



[Drawing 14]



[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-219358

(43) 公開日 平成9年(1997) 8月19日

(51) Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 L 21/027			H 0 1 L 21/30	5 2 7
G 0 2 B 19/00			G 0 2 B 19/00	
27/00			G 0 3 F 7/20	5 2 1
G 0 3 F 7/20	5 2 1		G 0 2 B 27/00	V
			H 0 1 L 21/30	5 1 5 D
審査請求 未請求 請求項の数17 F D (全 9 頁)				

(21) 出願番号 特願平8-46644

(22) 出願日 平成8年(1996) 2月7日

(71) 出願人 000001007

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(72) 発明者 住吉 雄平

神奈川県川崎市中原区今井上町53番地 キ

ヤノン株式会社小杉事業所内

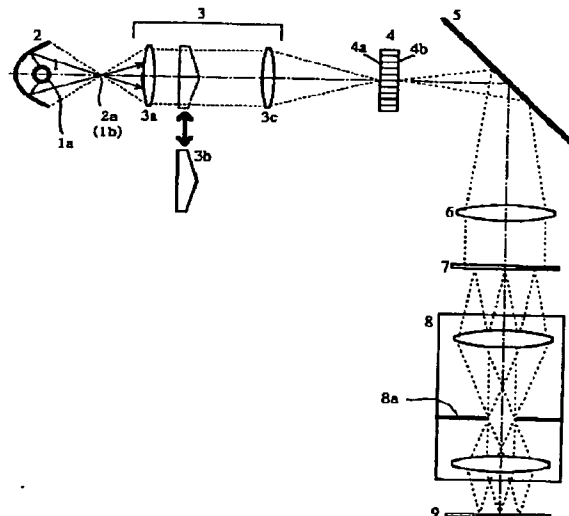
(74) 代理人 弁理士 高梨 幸雄

(54) 【発明の名称】 露光装置及びそれを用いたデバイスの製造方法

(57) 【要約】

【課題】 斜入射照明法を利用することにより原板上のパターンを基板上に高解像力で、しかも所定の焦点深度を有しつつ、投影露光することのできる露光装置及びそれを用いたデバイスの製造方法を得ること。

【解決手段】 光源手段からの光束を光学系を介してオブティカルインテグレータに導光し、該オブティカルインテグレータの出射面からの光束で原板面上のパターンを照明し、該パターンを投影光学系により基板上に投影露光する際、該光学系は、該オブティカルインテグレータの入射面に対し瞳関係にある位置に光学素子を有し、該光学素子により該投影光学系の瞳面上で、その中心領域で所定の値の光強度分布を持ち、該中心領域の周辺の周方向で等間隔の位置に複数の所定の値の光強度分布をもつようにしていること。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 光源手段からの光束を光学系を介してオブティカルインテグレータに導光し、該オブティカルインテグレータの出射面からの光束で原板面上のパターンを照明し、該パターンを投影光学系により基板上に投影露光する際、該光学系は該オブティカルインテグレータの入射面に対し瞳関係にある位置に光学素子を有し、該光学素子により該投影光学系の瞳面上で、その中心領域で所定の値の光強度分布を持ち、該中心領域の周辺の周方向で等間隔の位置に複数の所定の値の光強度分布をもつようにしていることを特徴とする露光装置。

【請求項 2】 前記光学素子は 4 角錐状プリズム又は 8 角錐状プリズム又は 4 角錐状プリズムの各稜辺と頂角を削ぎ落した形状のプリズムより成っていることを特徴とする請求項 1 の露光装置。

【請求項 3】 前記光学系は焦点距離が変換可能な光学手段を有していることを特徴とする請求項 1 の露光装置。

【請求項 4】 前記光学素子は光路中より着脱自在であることを特徴とする請求項 1 の露光装置。

【請求項 5】 光源手段からの光束を光学系を介してオブティカルインテグレータに導光し、該オブティカルインテグレータの出射面からの光束で原板面上のパターンを照明し、該パターンを投影光学系により基板上に投影露光する際、該オブティカルインテグレータの出射面近傍には部分的に透過率が異なっている透過率制御手段を有し、該透過率制御手段により該投影光学系の瞳面上で、その中心領域で所定の値の光強度分布を持ち、該中心領域の周辺の周方向で等間隔の位置に複数の所定の値の光強度分布をもつようにしていることを特徴とする露光装置。

【請求項 6】 前記透過率制御手段は中心領域の周辺の周方向で等間隔の位置に複数の領域の透過率が該中心領域の透過率に比べて大きい ND フィルターより成っていることを特徴とする請求項 5 の露光装置。

【請求項 7】 前記透過率制御手段は光路中より着脱自在であることを特徴とする請求項 1 の露光装置。

【請求項 8】 光源手段からの光束を光学系を介してオブティカルインテグレータに導光し、該オブティカルインテグレータの出射面からの光束で原板面上のパターンを照明し、該パターンを投影光学系により基板上に投影露光する際、該オブティカルインテグレータの入射面又は／及び出射面近傍には該オブティカルインテグレータを構成する各微小レンズ毎に開口又は／及び透過率の制御が可能な調整手段を有し、該調整手段により該投影光学系の瞳面上で、その中心領域で所定の値の光強度分布を持ち、該中心領域の周辺の周方向で等間隔の位置に複数の所定の値の光強度分布をもつようにしていることを特徴とする露光装置。

【請求項 9】 前記調整手段は光路中より着脱自在であ

ることを特徴とする請求項 8 の露光装置。

【請求項 10】 光源手段からの光束を光学系を介してオブティカルインテグレータに導光し、該オブティカルインテグレータの出射面からの光束で原板面上のパターンを照明し、該パターンを投影光学系により基板上に投影露光する際、該オブティカルインテグレータの入射面の前方には特定の開口形状の絞り手段を有し、該絞り手段により該投影光学系の瞳面上で、その中心領域で所定の値の光強度分布を持ち、該中心領域の周辺の周方向で等間隔の位置に複数の所定の値の光強度分布をもつようにしていることを特徴とする露光装置。

【請求項 11】 前記絞り手段は光軸方向に移動可能であることを特徴とする請求項 10 の露光装置。

【請求項 12】 前記絞り手段は光路中より着脱自在であることを特徴とする請求項 10 又は 11 の露光装置。

【請求項 13】 前記光学系は焦点距離が変換可能な光学手段を有していることを特徴とする請求項 5、6、8 又は 10 の露光装置。

【請求項 14】 前記光学系は前記光源手段の発光面と前記オブティカルインテグレータの入射面とが略共役関係となるようにしていることを特徴とする請求項 1 から 13 のいずれか 1 項記載の露光装置。

【請求項 15】 前記光学手段は焦点距離が可変のズームレンズ又は焦点距離が異なる他のレンズ系と交換可能となっていることを特徴とする請求項 1、2 又は 13 の露光装置。

【請求項 16】 前記光源手段は超高圧水銀ランプを用いていることを特徴とする請求項 1 から 15 のいずれか 1 項記載の露光装置。

【請求項 17】 請求項 1 から 16 のいずれか 1 項記載の露光装置を用いてデバイスを製造していることを特徴とするデバイスの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は露光装置及びそれを用いたデバイスの製造方法に関し、例えば IC、LSI、CCD、液晶パネル、磁気ヘッド等の各種のデバイスの製造装置である所謂ステッパーにおいて、光源手段からの露光光で照明したフォトマスクやレチクル等の原板（以下「レチクル」という。）上の回路パターンを感光剤を塗布したウエハ面上に投影転写し、デバイスを製造する際に好適なものである。

【0002】

【従来の技術】最近の半導体デバイスの製造技術においては、露光波長を g 線から i 線に変えて超高圧水銀灯を用いた露光法により解像力を向上させる試みが種々行われている。又エキシマレーザに代表される更に短い波長のパルス光を用いることにより解像力の向上を図る方法が種々と提案されている。

【0003】露光装置（方法）として解像線幅を小さく

していく手段としては高NA化と短波長化がある。高NA化によりNAに逆比例して解像線幅は小さくなっていくが、同時に焦点深度の方はNAの2乗に逆比例して更に小さくなっていく。焦点深度は大きいのが望ましいので高NA化には、おのずと限界がある。

【0004】これに対して本出願人はレチクル面上への照明方法を種々変えることにより、即ち投影光学系の瞳面上に形成される0次光の光強度分布（有効光源分布）を変えることにより、より解像力を高めた露光方法及びそれを用いた投影露光装置を、例えば、特開平4-267515号公報や特開平5-47628号公報で提案している。

【0005】これらで提案されている照明方法は所謂斜入射照明と呼ばれ、その中でも特に輪帯照明と4重極照明が良く知られている。輪帯照明法(Annular)は、図11に示すようなドーナツ形状111の有効光源形状を投影光学系の瞳面上に有する。これは細い線幅に対して結像に寄与しない有効光源の中心付近の光を絞り等を用いてカットすることにより、解像力を向上させようとする技術である。又、4重極照明は、図12に示すように光軸S_aを中心として所定の半径を有する円周方向の位置に4つの所定強度の有効光源121~124を投影光学系の瞳面上に有する。有効光源中心付近の光に加えて十字形領域125の光もカットすることにより、縦横方向のパターンの解像力と焦点深度を飛躍的に向上させている。一般にICやLSIの回路パターンはほとんどの場合、縦横方向に辺をもつ図形で構成されており、斜め方向に辺をもつパターンは少ないので、このような照明法は特に有効である。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】変形照明法（斜入射照明方法）は解像力を高め、又は焦点深度も比較的長くすることができるという特徴があるが、反面、次のような問題点がある。

- ・近接するパターンがくっつきやすい。
- ・孤立するパターンが細くなりやすい。
- ・通常照明よりも照度が低下する。
- ・パターンの粗密性や方向性に制限がある。特に4重極照明は斜めパターンの解像力が低い。

【0007】これらの問題点を解決する為に、本出願人は特開平5-47639号公報で4重極照明の有効光源分布に有効光源中心付近及び十字形領域の光をある程度加えてやることにより、なだらかな4重極に類似の有効光源を形成する照明法を提案している。

【0008】図13はこのときの有効光源の形状の模式図である。この照明法（以下「照明法A」と呼ぶ）は変形照明の持つ欠点をほとんど発生することなく、しかも図14に示すように通常照明よりも焦点深度が向上し、輪帯照明と略同等の焦点深度を得ている。尚、この照明法Aにおいては、有効光源中心付近の照度はピークの光

強度に対して10~40%程度、ピークとピーク間の照度（ピーク間照度）はピークに対して35~65%程度、又ピークの位置（有効光源中心からピークまでの距離）は σ 0.5~0.6程度で良い結果が得られている。

【0009】本出願人による先の照明法Aは光源としてエキシマレーザを用い、光線を複数本の光線に一旦分割し、再び重ね合わせるというインコヒーレント化光学系を利用している。

10 【0010】本発明は本出願人による先の照明法Aを更に改良し、特に超高压水銀ランプ等のインコヒーレントな光を放射する光源手段を用いた場合に照明光学系全体の簡素化及び照明光束の有効利用を図りつつ、レチクル面上（1原板上）のパターンを適切に照明し、高い解像力が容易に得られるようにした露光装置及びそれを用いたデバイスの製造方法の提供を目的とする。

【0011】

【課題を解決するための手段】本発明の露光装置は、（1-1）光源手段からの光束を光学系を介してオブティカルインテグレータに導光し、該オブティカルインテグレータの出射面からの光束で原板面上のパターンを照明し、該パターンを投影光学系により基板上に投影露光する際、該光学系は該オブティカルインテグレータの入射面に対し瞳関係にある位置に光学素子を有し、該光学素子により該投影光学系の瞳面上で、その中心領域で所定の値の光強度分布を持ち、該中心領域の周辺の周方向で等間隔の位置に複数の所定の値の光強度分布をもつようにしていることを特徴としている。

30 【0012】特に、（1-1-1）前記光学素子は4角錐状プリズム又は8角錐状プリズム又は4角錐状プリズムの各稜辺と頂角を削ぎ落した形状のプリズムより成っていること、（1-1-2）前記光学系は焦点距離が変換可能の光学手段を有していること、（1-1-3）前記光学素子は光路中より着脱自在であることを特徴としている。

【0013】（1-2）光源手段からの光束を光学系を介してオブティカルインテグレータに導光し、該オブティカルインテグレータの出射面からの光束で原板面上のパターンを照明し、該パターンを投影光学系により基板上に投影露光する際、該オブティカルインテグレータの出射面近傍には部分的に透過率が異なっている透過率制御手段を有し、該透過率制御手段により該投影光学系の瞳面上で、その中心領域で所定の値の光強度分布を持ち、該中心領域の周辺の周方向で等間隔の位置に複数の所定の値の光強度分布をもつようにしていることを特徴としている。

40 【0014】特に、（1-2-1）前記透過率制御手段は中心領域の周辺の周方向で等間隔の位置に複数の領域の透過率が該中心領域の透過率に比べて大きいNDフィルターより成っていること、（1-2-2）前記透過率

制御手段は光路中より着脱自在であることを特徴としている。

【0015】(1-3)光源手段からの光束を光学系を介してオブティカルインテグレータに導光し、該オブティカルインテグレータの出射面からの光束で原板面上のパターンを照明し、該パターンを投影光学系により基板上に投影露光する際、該オブティカルインテグレータの入射面又は／及び出射面近傍には該オブティカルインテグレータを構成する各微小レンズ毎に開口又は／及び透過率の制御が可能で、かつ光路中より挿脱可能な調整手段を有し、該調整手段により該投影光学系の瞳面上で、その中心領域で所定の値の光強度分布を持ち、該中心領域の周辺の周方向で等間隔の位置に複数の所定の値の光強度分布をもつようにしていることを特徴としている。

【0016】特に(1-3-1)前記調整手段は光路中より着脱自在であることを特徴としている。

【0017】(1-4)光源手段からの光束を光学系を介してオブティカルインテグレータに導光し、該オブティカルインテグレータの出射面からの光束で原板面上のパターンを照明し、該パターンを投影光学系により基板上に投影露光する際、該オブティカルインテグレータの入射面の前方には特定の開口形状の絞り手段を有し、該絞り手段により該投影光学系の瞳面上で、その中心領域で所定の値の光強度分布を持ち、該中心領域の周辺の周方向で等間隔の位置に複数の所定の値の光強度分布をもつようにしていることを特徴としている。

【0018】特に、(1-4-1)前記絞り手段は光軸方向に移動可能であること、(1-4-2)前記絞り手段は光路中より着脱自在であることを特徴としている。

【0019】又、構成要件(1-1)～(1-4)において、(1-4-1)前記光学系は焦点距離が変換可能な光学手段を有していること(1-4-2)前記光学系は前記光源手段の発光面と前記オブティカルインテグレータの入射面とが略共役関係となるようにしていること(1-4-3)前記光学手段は焦点距離が可変のズームレンズ又は焦点距離が異なる他のレンズ系と交換可能となっていること(1-4-4)前記光源手段は超高圧水銀ランプを用いていること等を特徴としている。

【0020】本発明のデバイスの製造方法は、(2-1)構成要件(1-1)～(1-4)のいずれか1項の露光装置を用いて製造していることを特徴としている。

【0021】

【発明の実施の形態】図1は本発明の露光装置の実施形態1を示す概略構成図であり、所謂ステッパーと呼称される縮小型の投影型露光装置に適用した例である。

【0022】図中1は紫外線や遠紫外線等を放射する高輝度の超高圧水銀灯等の光源(光源手段)でその発光部1aは楕円ミラー2の第1焦点近傍に配置している。光源1より発した光が楕円ミラー2によって集光され、楕

円ミラー2の第2焦点近傍2aに発光部1aの像(発光部像)1bを形成している。

【0023】3は光学系であり、レンズ系(第1コンデンサーレンズ)3aとレンズ系(第2コンデンサーレンズ)3cの2つのレンズ系を有しており、第2焦点近傍2aに形成した発光部像1bを後述する光学素子3bを介してオブティカルインテグレータ4の入射面4aに結像している。光学素子3bは光路中より挿脱可能な4角錐プリズムより成り、入射光束を所定方向に偏向させている。

【0024】レンズ系3cは光路中より挿脱可能で他の焦点距離の異なるレンズ系と交換可能又は焦点距離が可変のズームレンズ(光学手段)より成っている。光学系3は射出側でテレセントリックとなっている。光学素子3bは光学系3の瞳面近傍に位置している。

【0025】オブティカルインテグレータ4は複数の微小レンズを2次的に配列して構成しており、その射出面4b近傍に2次光源を形成している。5は光路折り曲げ用のミラーである。

【0026】6はレンズ系であり、オブティカルインテグレータ4の射出面4bからの光束をミラー5を介して集光し、レチクルステージに載置した被照射面であるレチクル(原板)7を照明している。

【0027】8は投影光学系であり、レチクル7に描かれたパターンをウエハチャックに載置したウエハ(基板)9面上に縮小投影している。本実施形態ではオブティカルインテグレータ4の射出面4b近傍の2次光源はレンズ系6により投影光学系8の瞳8a近傍に形成されている。

【0028】又、オブティカルインテグレータ4の射出面4bとレチクル面7とは互いに像と瞳との関係となっている。オブティカルインテグレータ4上の光強度分布はレチクル7面上では光束の角度による強度分布特性に対応している。

【0029】そこで本実施形態ではレチクル7のパターンの方向性及び解像線巾等に応じて光学素子3bのプリズムを選択的に光路中に切り変えると共に必要に応じてレンズ系3cの焦点距離を変化させている。これにより投影光学系8の瞳8aに形成される2次光源像の光強度分布を変化させて種々な斜入射照明を作成して高解像度が可能な投影露光を行なっている。

【0030】次に本実施形態において光学素子3bとレンズ系3cとを利用することによりオブティカルインテグレータ4の入射面4aの光強度分布を変更すると共に投影光学系8の瞳8aに形成される2次光源像の光強度分布の変更方法について説明する。

【0031】本実施形態においては、投影光学系8の瞳面8a上で光軸中心付近に所定の強度の有効光源を有し、かつ光軸を中心として所定の半径の円周方向で等間隔の複数位置に複数(4つ)の所定強度の有効光源(4

重極照明)を有するようにしてレチクル7面上を照明し、これにより照明法Aを達成している。

【0032】本実施形態において照明法Aを得るには、光源1とオブティカルインテグレータ4との間のオブティカルインテグレータ4に対して瞳の関係になる位置に4角錐プリズムより成る光学素子3bを挿入し、それによって光線の角度を制御すると共にレンズ系3cの焦点距離を変えてオブティカルインテグレータ4の入射面4a(射出面3b)上の照度分布を調整する方法をとっている。

【0033】図2は本実施形態において、レンズ系3aとオブティカルインテグレータ4との間に設ける光学素子3bと、レンズ系3cをズームレンズ又は交換可能なレンズ系より構成して、その焦点距離を種々と変えたときの光路とオブティカルインテグレータ4の入射面4a(射出面4b)に形成される光強度分布(照度分布)の説明図である。

【0034】本実施形態ではオブティカルインテグレータ4の射出面4bの光強度分布を変えて、それと共役関係にある投影光学系8の瞳面8a上での光強度分布を変えている。レンズ系3cはズームリングによりオブティカルインテグレータ4の射出面4bに形成される2次光源像を拡大及び縮小させている。

【0035】図2(A)は光学素子(プリズム)3bを挿入していない通常照明の状態を示している。光源1とオブティカルインテグレータ4の入射面4aは略共役関係にあるので、光源1の輝度分布がオブティカルインテグレータ4上に像として結像され、そのまま照度分布となっている。光源1の輝度分布は通常ガウス分布で表わされるので、オブティカルインテグレータ4上には中心にピークを持つガウス分布形状の光強度分布が得られる。

【0036】図2(B)はレンズ系3cの焦点距離を調節することによって、オブティカルインテグレータ4上に結像した光源の像を拡大又は縮小することができることを示している。

【0037】図2(C)は図2(A)の状態にオブティカルインテグレータ4に対して瞳になる位置に4角錐形状のプリズム3b1を挿入した状態を示している。この状態では光線が4角錐のそれぞれの面で折り曲げられて、オブティカルインテグレータ4上には光強度のピークが4つ現れる。この場合も図2(A)と同様に、各々のピークはガウス分布形状をしている。

【0038】即ち、各々のガウス分布の裾野同士が重なっているため、有効光源中心付近及びピーク間領域においても光強度は0ではない。このような有効光源形状において、ピーク的位置(ピークの中心からの距離)及び中心の照度、ピーク間の照度を適切な値に調整することによって照明系Aを構成している。

【0039】本実施形態において、中心照度及びピーク

間の照度を調節する為にプリズムの角度を変化させている。図2(D)はより角度の小さい(より底面から頂点までの高さが低い)プリズム3b2を設置した状態を示している。角度の異なるプリズムを設置すると光線の折れ曲がる角度が変化し、各光強度ピーク同士の距離が変化する(しかし、各ピークの形状は略一定である)。そうすると、各ピークの裾野の重なり具合が変化することになり、即ち有効光源中心及びピーク間の照度も変化する。例えば図2(C)と図2(D)とを比較すると、図2(D)の場合の方が強度分布のピーク同士の距離が近いので、中心照度及びピーク間照度が高くなっている。

【0040】本実施形態ではこのような性質を利用して、光学素子として適切な角度のプリズムを配設することにより、適切な中心及びピーク間の照度の値を得ている。

【0041】次に、ピーク的位置を調節する為にはレンズ系3cのズーム機構を利用している。レンズ系3cを調節することによって図2(E)に示すように中心の照度とピーク間の照度をほとんど変化させることなく、ガウス分布のピークの中心からの距離を変化させている。

【0042】図2(F)は光学素子として8角錐形状、或いは4角錐形状の各稜辺と頂角を削ぎ落した形状、又はそれに類似した形状のプリズム3b3を使用した状態を示している。

【0043】プリズムの形状としては、例えば図3に示したようなものが挙げられる。このような形状のプリズムを使用しても照明系Aを構成することができる。

【0044】この場合は、前述の4角錐形状のプリズムのように、光強度の山の裾野の重なり具合で中心照度及びピーク間照度を調節するのではなく、有効光源中心及びピーク間の位置に前述の4つのピークとは別の独立したピークを作り、その強度で各々の照度を調節する方式になる。各ピークは略8角錐形状のそれぞれの面で折り曲げられた光線が作っている。即ち、略8角錐の各々の面は、オブティカルインテグレータ4上において、それぞれの光強度のピークに対応している。そして各々のピークの強度は、その面を通過した光の量によって決まる。この場合、プリズムの各面の面積比やプリズムを挿入する箇所の光軸と垂直方向の照度分布が有効光源形状を決定する。

【0045】本実施形態では適切な形状のプリズムを選び、その面を通過する光量を適切な値にすることによって、中心照度及びピーク間照度を適切な値の範囲内に収めている。

【0046】以上のように本実施形態では、光学素子として4角錐形状のプリズムや8角錐型プリズム等の多角錐プリズムを用い、又レンズ系3cの焦点距離を変えることによって投影光学系の瞳面上で所望の照度分布を有する照明系Aを構成している。尚、本実施形態における光学素子としてのプリズムは光路より挿脱可能となつて

いるので、他の照明法、例えば通常照明や輪帯照明等にも簡単に切り換えることができる。

【0047】又、プリズムを使用しても所望の中心照度とピーク間照度が得られなかったときの為に微調整の方法として、光源位置を光軸方向に移動する手段を備えるようにしても良い。光源を光軸方向に動かすことにより輝度分布を変化させ、ガウス分布の形状（例えば半値幅など）を変化させることができるので、それによって中心照度及びピーク間照度を調節しても良い。

【0048】次に本発明の実施形態2について説明する。本実施形態では実施形態1に比べて、光学素子としてプリズムの代わりに部分的に透過率が異なる透過率制御手段を用いて照明系Aを構成している点が異なり、その他の構成は同じである。

【0049】本実施形態では、図1のオブティカルインテグレータ4の射出面4bの直後に光路より挿脱可能な部分的に透過率の異なる透過率分布を持ったNDフィルタを配設し、これにより照明系Aを構成している。通常、オブティカルインテグレータ4上の照度分布はガウス分布形状又は均一な形状であるが、そのガウス分布形状に透過率制御を行って照明系Aの照度分布を作っている。このときのNDフィルタ41の透過率分布形状は、例えば図4(B)のようなものを用いている。

【0050】図4(B)の数値は透過率(%)を表わしている。図4(A)はオブティカルインテグレータ4上のガウス分布状の照度分布を示している。このような照度分布に図4(B)のような透過率分布を持ったNDフィルタ41を併用することにより、投影光学系8の瞳8a上に図4(C)のような照度分布の有効光源を形成している。

【0051】本実施形態におけるNDフィルタ41の透過領域は主に9つの領域に分かれ、それぞれの領域毎に固有の透過率を持っているような形状をしているが、透過率は連続的に変化しても構わない。又、有効光源の元の形状がガウス分布でないような場合でも、NDフィルタ41の透過率分布を別の形状にすることによって対応できる。このフィルタも光路より挿脱可能であるので、他の照明法、例えば通常照明や輪帯照明等との切り換えが簡単に行える。又、このフィルタを挿入する箇所はオブティカルインテグレータ4の入射面直前であっても良い。

【0052】次に本発明の実施形態3について説明する。本実施形態では図1の実施形態1に比べて、光学素子としてのプリズムの代わりにオブティカルインテグレータを構成する各微小レンズの少なくとも1個1個に対して開口径や透過強度を調節する調整手段を利用して照明系Aを構成している点が異なり、その他の構成は同じである。

【0053】オブティカルインテグレータ4は、通常、図5に示すように、複数の微小レンズ51を2次元的に

配列し組み合わせた構成になっている。本実施形態ではオブティカルインテグレータ4を構成する各微小レンズ51から射出される光の量を調整手段により個々に調整し、結果としてオブティカルインテグレータ4全体の照度分布を照明系Aの形状にしている。

【0054】本実施形態では、図1のオブティカルインテグレータ4の射出面4bの直後に、例えば図6のような光路より挿脱可能なフィルタ61を配設している。図6のフィルタ61は照明系Aにおける4つのピークがあるべき位置にある開口面積は大きく、有効光源中心付近やピーク間の位置にある開口面積は小さくなっている。当然、大きい開口面積からの光量は大きく、小さい開口面積からの光量は小さい。オブティカルインテグレータ61上にこのフィルタ61を装着することにより照明系Aの照度分布を得ている。

【0055】この場合も、元の有効光源形状がどんな形状であっても、各開口面積の大きさを調整することにより照明系Aの有効光源を得ることができる。開口の形状も長方形に限らず、どんな形状でも良い。この場合も、このフィルタは光路より挿脱可能であるので、他の照明法、例えば通常照明や輪帯照明等との切り換えが簡単に行える。又、このフィルタを挿入する箇所はオブティカルインテグレータの入射面直前でも構わない。

【0056】図7は本発明の実施形態4の光学系の一部分の要部概略図である。本実施形態は図1の実施形態1に比べて、光学素子としてのプリズムの代わりにオブティカルインテグレータ4の前方に図8に示すような4隅に開口を有する開口絞り71を配設して、照明系Aを構成している点が異なり、その他の構成は同じである。

【0057】本実施形態では、オブティカルインテグレータ4の前方、ある程度距離をおいた所に特定の開口形状を持った開口絞り71を配設する。開口絞り71の形状としては、図8に示すような十字形の遮光領域を有するものを用いている。

【0058】本実施形態では、開口絞り71をオブティカルインテグレータ4の入射面4aの直前ではなく、少し距離をおいて配設する。直前に置いてしまうと、十字形の部分72は完全に遮光されてしまうが、少し距離をおいて設置すると回り込む光によって中心部分も照度0ではなくなる。そして、この開口絞り71を光軸方向に動かす手段を備えるようにして、開口絞りを光軸方向に動かして中心照度やピーク間照度を調節するようにしている。

【0059】この開口絞り71を配設するのに適切な箇所としては、この他に、楕円ミラー2の第2焦点面2aの近傍がある。楕円ミラーの第2焦点面2aとオブティカルインテグレータ4の入射面4aは略共役関係にあるので、楕円ミラー2の第2焦点面2aに置かれた開口絞り71の像はオブティカルインテグレータ4上に結像さ

れる。このときも同じように開口絞り71を光軸方向に動かすことにより、オブティカルインテグレータ4上の像がぼけるので、それにより中心照度とピーク間照度を調節している。

【0060】本発明においては、以上の各実施形態の方法を独立に用いる他に互いに組み合わせて重複して用いても良い。又、本実施形態1~4ではi線を用いた露光装置の他にg線やKrF線を用いた露光装置にも同様に適用することができる。

【0061】次に上記説明した投影露光装置を利用した半導体デバイスの製造方法の実施形態を説明する。

【0062】図9は半導体デバイス（ICやLSI等の半導体チップ、或いは液晶パネルやCCD等）の製造のフローを示す。

【0063】ステップ1（回路設計）では半導体デバイスの回路設計を行なう。ステップ2（マスク製作）では設計した回路パターンを形成したマスクを製作する。

【0064】一方、ステップ3（ウエハ製造）ではシリコン等の材料を用いてウエハを製造する。ステップ4（ウエハプロセス）は前工程と呼ばれ、前記用意したマスクとウエハを用いてリソグラフィ技術によってウエハ上に実際の回路を形成する。

【0065】次のステップ5（組立）は後工程と呼ばれ、ステップ4によって作製されたウエハを用いて半導体チップ化する工程であり、アセンブリ工程（ダイシング、ボンディング）、パッケージング工程（チップ封入）等の工程を含む。

【0066】ステップ6（検査）ではステップ5で作製された半導体デバイスの動作確認テスト、耐久性テスト等の検査を行なう。こうした工程を経て半導体デバイスが完成し、これが出荷（ステップ7）される。

【0067】図10は上記ウエハプロセスの詳細なフローを示す。ステップ11（酸化）ではウエハの表面を酸化させる。ステップ12（CVD）ではウエハ表面に絶縁膜を形成する。

【0068】ステップ13（電極形成）ではウエハ上に電極を蒸着によって形成する。ステップ14（イオン打ち込み）ではウエハにイオンを打ち込む。ステップ15（レジスト処理）ではウエハに感光剤を塗布する。ステップ16（露光）では前記説明した露光装置によってマスクの回路パターンをウエハに焼付露光する。

【0069】ステップ17（現像）では露光したウエハを現像する。ステップ18（エッチング）では現像したレジスト以外の部分を削り取る。ステップ19（レジスト剥離）ではエッチングがすんで不要となったレジストを取り除く。これらのステップを繰り返して行なうことによってウエハ上に多重に回路パターンが形成される。

【0070】本実施形態の製造方法を用いれば、従来は

製造が難しかった高集積度の半導体デバイスを容易に製造することができる。

【0071】

【発明の効果】本発明によれば以上のように各要素を設定することにより、超高圧水銀ランプ等のインコヒーレントな光を放射する光源手段を用いた場合に照明光学系全体の簡素化及び照明光束の有効利用を図りつつ、レチクル面上（1原板上）のパターンを適切に照明し、高い解像力が容易に得られるようにした露光装置及びそれを用いたデバイスの製造方法を達成することができる。

【0072】特に、斜入射照明による問題点を殆ど発生させずに高解像力及び焦点深度を向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の実施形態1の要部概略図

【図2】 図1の一部分の光路とオブティカルインテグレータ上の光強度分布の説明図

【図3】 本発明に係る光学素子の説明図

【図4】 本発明に係る透過率制御手段の説明図

【図5】 オブティカルインテグレータの説明図

【図6】 本発明に係る調整手段の説明図

【図7】 本発明の実施形態4の要部概略図

【図8】 本発明の実施形態4に係る絞り手段の説明図

【図9】 本発明のデバイスの製造方法のフローチャート

【図10】 本発明のデバイスの製造方法のフローチャート

【図11】 輪帯照明における有効光源像の説明図

【図12】 4重極照明における有効光源像の説明図

【図13】 斜入射照明における有効光源像の説明図

【図14】 斜入射照明における解像線幅と焦点深度との説明図

【符号の説明】

1 光源手段

2 楕円ミラー

3 光学系

3a レンズ系

3b, 3b1, 3b2, 3b3 光学素子

3c 光学手段

4 オブティカルインテグレータ

5 ミラー

6 レンズ系

7 レチクル（原板）

8 投影光学系

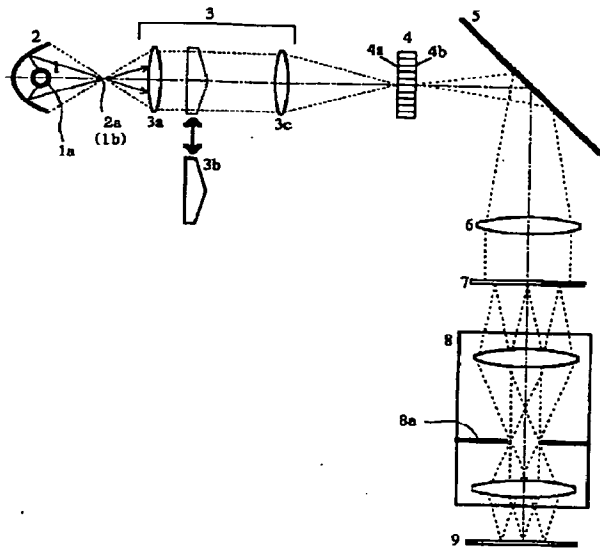
9 基板（ウエハ）

41 透過率制御手段

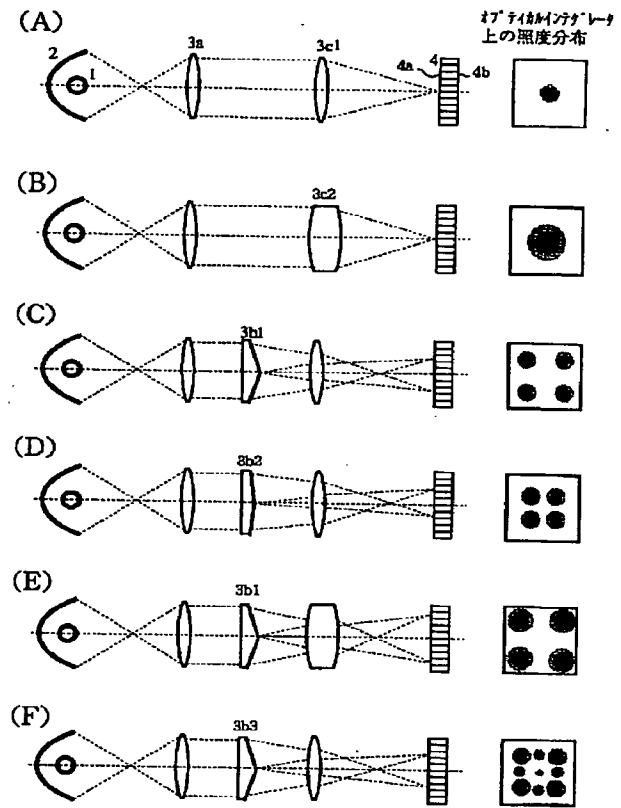
61 調整手段

71 絞り手段

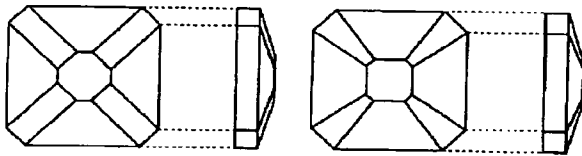
【図1】



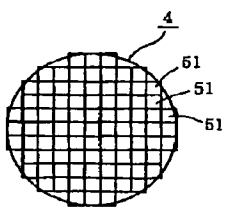
【図2】



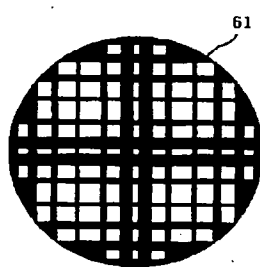
【図3】



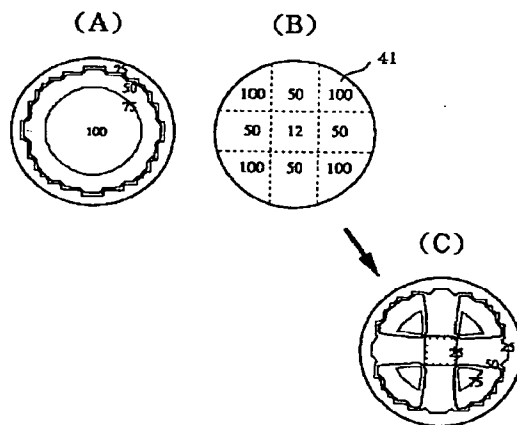
【図5】



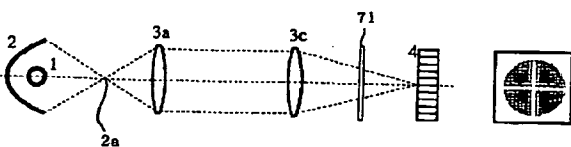
【図6】



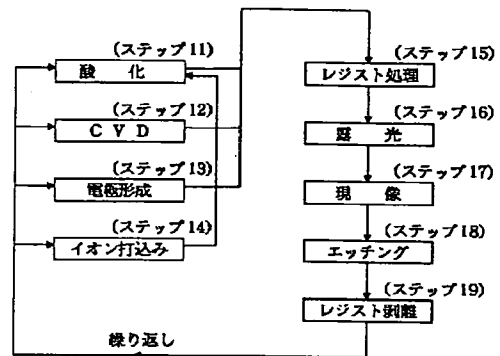
【図4】



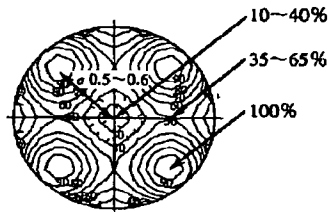
【図7】



【圖 10】



【图 13】



線幅 (μm)	通常照明 (μm)	輪帶照明 (μm)	四重複照明 (μm)	照明法 A (μm)
0.28	0.15	-	-	-
0.30	0.65	0.75	0.95	0.75
0.32	0.85	1.05	1.25	1.00
0.34	1.00	1.20	1.60	1.25
0.36	1.15	1.35	1.85	1.35
0.40	1.20	1.40	1.85	1.40
0.50	1.45	1.50	1.65	1.55